

Школа ИШЭ

Направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Отделение школы (НОЦ) «Электроэнергетики и электротехники»

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Оценка влияния модулированного напряжения на обмоточные провода со стекловолонистой изоляцией

УДК 621.315.211.045:621.315.612.6-494

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г5В	Алибеков Акбаржон Абдуллажанович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Леонов Андрей Петрович	К.Т.Н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян Мария Вигеновна	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотникова Анна Александровна			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника	Тютева Полина Васильевна	К.Т.Н., доцент		

Результаты обучения по направлению
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Код результата	Результат обучения
Р 1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа <i>электрических устройств, объектов и систем</i> .
Р 2	Уметь формулировать задачи в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> , анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
Р 3	Уметь проектировать <i>электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты</i> .
Р 4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния <i>электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники</i> , интерпретировать данные и делать выводы.
Р 5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .
Р 6	Иметь практические знания принципов и технологий <i>электроэнергетической и электротехнической</i> отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Р 7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области <i>электроэнергетики и электротехники</i>
Р 8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях <i>электроэнергетики и электротехники</i> .
Р 9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .
Р 10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р 11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р 12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области <i>электроэнергетики и электротехники</i> .

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШЭ

Направление подготовки (специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Отделение школы (НОЦ) электроэнергетики и электротехники

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

(Подпись)

(Дата)

Тютеева П.В.

(Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5Г5В	Алибеков Акбаржон Абдуллажанович

Тема работы:

Оценка влияния модулированного напряжения на обмоточные провода со стекловолоконной изоляцией
Утверждена приказом директора (дата, номер) 22.05.2019 №4100/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2019
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе <i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>	Техническое задание: Объектами исследования являются новые пропиточные составы марок: ЭЛПЛАСТ-180 (Б); ЭЛПЛАСТ-155 (А); ЭЛИМПРЕГ-993 ЭП
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i>	<ul style="list-style-type: none"> Выбор проводов широко применяемых в обмотках двигателей. Подготовка образцов (скрутка, пропитка, сушка). Проведение испытаний обмоточных проводов на короностойкость пропитанные пропиточными составами.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Блок схема испытательного стенда, гистограмма результата опыта.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i>	
Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Сотникова Анна Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кандидат экономических наук Мелик-Гайказян Мария Вигеновна
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
Все разделы выпускной квалификационной работы написаны на русском языке.	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
---	--

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Леонов Андрей Петрович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г5В	Алибеков Акбаржон Абдуллажанович		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Г5В	Алибекову акбаржону Абдуллажановичу

Школа		Отделение	Электроэнергетика и электротехника
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов технического проекта (ТП): заработные платы сотрудников, страховые отчисления, накладные расходы.	Оклады в соответствии с заработными платами сотрудников НИ ТПУ (количество исполнителей - 2 человека)
2. Используемая система налогообложения	Размер страховых взносов 30,2%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения технического проекта с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Проведение SWOT-анализа методики проведения испытаний новых пропиточных составов на короностойкость. Определение показателей ресурсной эффективности
2. Планирование процесса разработки технологического процесса и формирование сметы научных исследований	Планирование научно-технического исследования: -определение структуры работ; -определение участников каждой работы; -установление продолжительности работ; -построение графика проведения ТП;
3. Формирование сметы затрат ТП.	Формирование сметы затрат ТП: -заработная плата (основная и дополнительная); -отчисления на социальные нужды; - накладные расходы.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Матрица SWOT
2. Диаграмма Ганта

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Мелик-Гайказян М.В.	к.э.н., доцент		01.02.19

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г5В	Алибеков Акбаржон Абдуллажанович		01.02.19

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
5Г5В	Алибеков Акбаржон Абдуллажанович

Школа:	ИШЭ	Отделение:	ОЭЭ
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Оценка влияния модулированного напряжения на обмоточные провода со стекловолокнистой изоляцией
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:	Специальные правовые нормы трудового законодательства; Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны оператора.
2. Производственная безопасность 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия вредных и опасных факторов	Анализ выявленных вредных факторов: -Шум -Вибрации -Освещенность -Микроклимат Анализ выявленных опасных факторов: -Возможность поражения электрическим током -Возникновение пожара
3. Экологическая безопасность:	- Воздействие на атмосферу (выбросы); - Воздействие на гидросферу (сбросы); - Воздействие на литосферу (отходы)
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: пожар

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	01.03.2019 г.
---	---------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Сотникова Анна Александровна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5Г5В	Алибеков Акбаржон Абдуллажанович		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШЭ

Направление подготовки (специальность) 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Уровень образования бакалавр

Отделение школы электроэнергетики и электротехники

Период выполнения (осенний / весенний семестр 2018 /2019 учебного года)

Форма представления работы:

Бакалаврская работа
(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН
выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	25.05.2019
--	------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
26.01.2019	1. Литературный обзор	2
19.02.2019	1.1 Номенклатура, классификация свойства современных стекловолоконных проводов	3
06.04.2019	1.2 Влияние частичных разрядов на межвитковую изоляцию	2
16.03.2019	1.3 Методы испытаний обмоточных проводов со стекловолоконной изоляцией	4
30.03.2019	1.4 Выводы по литературному обзору, постановка задач на выполнение исследований	2
10.04.2019	2. Методическая часть	3
13.04.2019	3. Экспериментальная часть	4
21.05.2019	4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	5
18.05.2019	5. Социальная ответственность	5
22.05.2019	Оформление работы	10
25.05.2019	Итог	40

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Леонов А.П.	к.т.н., доцент		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Тютеева П.В.	к.т.н., доцент		

Реферат

Дипломная работа содержит 71 страницы текстового материала, 15-таблиц, 18 – рисунков, 52 – использованных источников. Графики и таблицы составлялись в графическо-расчетной программе ОС Windows Microsoft Excel, оформление текстового документа производилось в программе ОС Windows Microsoft Word.

Перечень ключевых слов: кабельное изделие, изоляция, обмоточные провода, стекловолокно, коронный разряд, частичный разряд, короностойкость, электротепловая нагрузка, термическая стойкость, ШИМ, ЧРП.

Тема: Оценка влияния модулированного напряжения на обмоточные провода со стекловолокнистой изоляцией.

В процессе выполнения выпускной дипломной работы был проведен литературный обзор по данной теме. В работе были рассмотрены следующие вопросы: пропиточный состав, применяемые для пропитки обмоточных проводов, существующие конструкции проводов со стекловолокнистой изоляцией, описание и возникновение процесса перенапряжения, возникновение коронных разрядов, возникающих в изоляции обмоточных проводов. Также был определен критерии оценки короностойкости как слабый элемент межвитковой изоляции. В качестве исследуемых проводов были выбраны провода марок ПСДКТ и ПЭТВСД. А в качестве исследуемых пропиточных составов были выбраны ЭЛИМПРЕГ – 993 (ЭП), ЭЛПЛАСТ – 155 (А), ЭЛПЛАСТ – 180 (Б).

В результате проделанной работы было определено среднее время до пробоя обмоточных проводов, произведена сравнительная оценка характеристика двух марок проводов ПСДКТ и ПЭТВСД, и пропиточные составы ЭЛИМПРЕГ – 993 (ЭП), ЭЛПЛАСТ – 155 (А), ЭЛПЛАСТ – 180 (Б), построена гистограмма среднего времени до пробоя при различных видах обмоточных проводов и ПС.

На основе полученных данных сделан вывод о выборе и грамотном использовании пропиточных составов.

Обозначения и сокращения

ПС – пропиточный состав;

КЗ – короткое замыкание;

СВИ – стекловолокнистая изоляция;

ПСДКТ – провод с утонённой двухслойной стекловолокнистой изоляцией, пропитанной теплостойким кремнийорганическим лаком;

ПЭТВСД – провод с комбинированной эмалевой и двухслойной стекловолокнистой изоляцией, пропитанная теплостойким глифталевым лаком;

ШИМ – Широтно – Импульсная Модуляция;

ЧРП – Частотно – регулируемый привод.

ЧР – Частичный разряд

МВИ – Межвитковая изоляция

Содержание

Введение.....	11
1. Обзор литературы.....	13
1.1 Назначение, классификация, и основные свойства современных обмоточных проводов со стекловолоконистой изоляцией.....	13
1.2 Причины появления перенапряжений в низковольтных обмотках асинхронных двигателей частотно регулируемого электропривода	19
1.3 Методы испытаний обмоточных проводов со стекловолоконистой изоляцией.....	23
1.4 Выводы по литературному обзору, постановка задач на исследование ...	27
2.Методическая часть	28
2.1Подготовка образцов	28
2.2Пропитка и сушка образцов.....	28
2.3Определение среднего времени до пробоя	30
3.Экспериментальная часть.....	32
3.1 Объект исследования.....	33
3.3 Проведение испытаний подготовленных макетных образцов.....	36
3.4 Обсуждение результатов.	38
4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	40
4.1. Обоснование и SWOT-анализа модулированного напряжения на обмоточные провода со стекловолоконистой изоляцией	40
4.2. Планирование технического проекта	43
4.3. Составление сметы затрат на разработку технического проекта	47
4.4. Определение ресурсоэффективности исследования.....	50
5. Социальная ответственность.....	53
Введение.....	53
5.1. Производственная безопасность	53
5.2 Анализ опасных и вредных факторов	55
5.3 Мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов ..	58
5.4 Анализ опасных факторов	60
5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	63
5.6 Заключение по разделу	65
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
Список использованной литературы	67

Введение

Кабельные изделия предназначены для передачи электрической энергии или информации на расстояние, т.е. для создания самых разнообразных электрических, электронных схем и цепей.

В настоящее время современные обмоточные провода используются в электроприводах, находящиеся под воздействием высокого напряжения и высокой частоты.

Электрический провод – содержит одну или несколько скрученных между собой проволок, и имеющую тонкую оболочку.

Провода подвергаются следующим вредным факторам:

- Высокой влажности окружающей среды;
- воздействиями радиации и химически активными веществами;
- вибрационным нагрузкам;
- Температурным воздействиям;
- Воздействиям электрического поля.

Провода со стекловолоконистой изоляцией применяются для электрических машин, являющимся важным элементом обмотки обеспечивающих их надёжность при эксплуатации. Потребности в обмоточных проводах растут, разрабатываются новые типы изоляции и пропиточные составы. Вследствие высокого уровня напряжения и частоты передаваемое от ШИМ в изоляции таких проводов, возникает коронный разряд, соответственно есть необходимость использования пропиточных составов с целью повышения короностойкости изоляции электрических двигателей, работающих в системах с частотным управлением.

Исследования проведены над марками проводов ПСДКТ и ПЭТВСД.

Пропиточный состав предназначен для повышения свойств изоляции. В данной дипломной работе были использованы марки

пропиточных составов (ПС) ЭЛИМПРЕГ – 993 ЭП, ЭЛПЛАСТ – 155(А), ЭЛПЛАСТ – 180(Б).

В результате эксперимента, изоляция проводов выходят из строя.

В данной работе определено среднее время до пробоя, при разных пропиточных составах, для того чтобы выявить недостатки данной изоляции. Данная тема актуальна в современном мире, потому что, благодаря анализу полученных данных можно будет регламентировать использование ПС. Правильный выбор изоляции и ПС в зависимости от климатического условия среды и области применения, улучшает срок службы изоляции обмоточных проводов, и дополнительно уменьшает денежные средства.

Цель дипломной работы – оценка устойчивости систем межвитковой изоляции к воздействию электротепловых нагрузок, характерных для преобразователя частоты при различных пропиточных составах.

Для достижения поставленной цели нужно решить следующие задачи:

- Анализ литературы по вопросам короностойкости обмоточных проводов;
 - Подготовка образцов;
 - Подготовка к эксперименту;
 - Оценка короностойкости образцов межвитковой изоляции;
- критерием оценки служит среднее время до пробоя;
- Анализ полученных результатов;
 - Разработка рекомендаций по использованию пропиточных составов в изоляции ЧРП.

1. Обзор литературы

1.1 Назначение, классификация, и основные свойства современных обмоточных проводов со стекловолокнистой изоляцией.

Обмоточные провода служат для производства обмоток трансформаторов, электродвигателей, электромагнитных реле и многих других механизмов.

Длительное время обмоточные провода делались исключительно медными. Сегодня для них часто используют алюминий и другие сплавы.

Обмоточные провода классифицируются по материалу изоляции, по форме сечения и материалу жилы.

Медные обмоточные провода составляют большую часть всех выпускаемых проводов. Они обладают малым удельным сопротивлением, значительным весом.

В последнее время вместо медных проводов для обмоток стали использовать алюминиевый провод, который значительно легче по весу, имеет меньшую стоимость, однако он обладает более высоким удельным сопротивлением, по сравнению с медным проводником.

Провод обмоточный изготавливается со следующими видами изоляции:

- 1) Волокнистая и стекловолокнистая.
- 2) Эмалевая изоляция.
- 3) Комбинированная.

В данной работе испытываются провода со стекловолокнистой изоляцией (рис. 1.).



Рисунок 1 - Обмоточные провода со стекловолокнистой изоляцией

Обмоточные провода по форме сечения бывают двух форм: круглой

и прямоугольной (рис. 2).

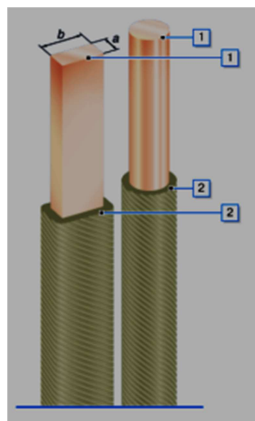


Рисунок 2 – Обмоточный провод круглой и прямоугольной формы, 1-жила; 2- изоляция

Прямоугольный провод часто применяется для обмоток трансформаторов.

Волокнистая и стекловолоконная изоляция

Провода, имеющие волокнистую изоляцию, имеют повышенную механическую прочность. Толщина волокнистой изоляции довольно большая, и может достигать до 0,4 мм на сторону. Химическая стойкость и влагостойкость таких проводов невысока.

Волокнистая изоляция проводов, использующихся для перемотки электрических двигателей и производства катушек масляных трансформаторов, может включать в себя бумагу, хлопчатобумажную ткань, стеклянные, а также асбестовые волокна, лавсан, шелк. Эти волокна и ткани накладываются в несколько слоев по подобию плетеного чулка.

Стекловолоконная изоляция - изоляция из одного или нескольких слоев комплексных непрерывных стеклянных нитей и подклеивающее пропиточным составом или без них, с лакированной или нелакированной поверхностью.

Стекловолокно получают из расплава стекла, имеющую температуру примерно 1450 °С. Для этого стеклянные шарики помешают в специальную небольшую ванну из платинородиевого сплава, имеющий электрический обогрев. Для улучшения качества получаемых стеклянных

нитей, температура в ванне должны быть постоянной [47].

Недостатками стекловолокна являются низкая эластичность, хрупкость, невысокая механическая прочность, выделение пыли при технологической переработке.

При изолировании обмоточных проводов, стекловолоконно подклеивают к проволоке, пропитывают и лакируют специальными органическими лаками или составами.

Для изоляции обмоточных проводов высокой нагревостойкостью, используются кварцевое волокно, содержащее до 98% кремнезема.

Для поклейки и пропитки стекловолокнистой изоляции обмоточных проводов используют лаки на глифталевой, полиэтилентерефталатной, эпоксидной, и кремнийорганической основе.

Стекловолокнистая изоляция в производстве обмоточных проводов накладывается на проволоку методом обмотки. Стекловолоконно имеет пониженную стойкость против истирания, обмотка из стекловолокна подклеивается к проволоке нагревостойким лаком, а затем производится последовательная пропитка и лакировка слоев изоляции с тепловой обработкой в печах.

Недостатки при лаконоанесении и пропитки стекловолокна — это выброс большого количество паров растворителя в атмосферу.

Обмотка из стекловолокна накручивается в обмоточных машинах типа СОГ-0,4; СОГ-2,5; СОГ-5; СОГ-10; СОГ-15; СОГ 60.

Провода со стекловолокнистой изоляцией применяются в обмотках электрических машин, для тяжелых условий эксплуатации и в сухих трансформаторах. Провода наиболее надежны вследствие повышенной нагревостойкости, стойкости к кратковременному превышению температуры.

Если для подклейки и пропитки применяется кремнийорганический лак, то провод имеет температурный коэффициент $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. Это провода марок ПСДК, ПСДКТ, ПСДК-Л, ПСДКТ-Л.

На данный момент провода характеризуются следующими классами нагревостойкости изоляции приведенные в (табл. 1) [50].

Таблица 1. Класс нагревостойкости изоляции

Класс нагревостойкости	У	А	Е	В	Ф	Н	С
Максимально допустимая температура при длительной эксплуатации °С	90	105	120	130	155	180	200-220

Направления наложения обмоток стеклянного волокна должно быть взаимно противоположными. Значение пробивного напряжения различных обмоточных проводов со стекловолокнистой изоляцией мало различаются и находится в пределах 300-600 (В); это объясняется тем что пробой изоляции в данном случае происходит по имеющимся воздушным промежутком приблизительно одинаковых толщинах изоляции. Значение пробивного напряжения практически не изменяются после пребывания провода при 175 – 200 °С. Несмотря на широкое применение проводов со стекловолокнистой изоляцией, они имеют ряд недостатков, малая адгезия к токопроводящей жиле и не высокая механическая прочность при истирании. Кроме того, применение лака для подклейки и пропитки стекловолокна осложняет технологию, загрязняет оборудование, повышает токсичность производства, снижает производительность труда. Избежать этих недостатков позволяют провода со стеклополиэфирной изоляции.

Изоляция проводов состоит из стекла полиэфирных нитей, которые накладываются на провода способом обмотки, также как и стеклянные нити. После наложения обмотки провод подвергается термообработки при 250 – 500 °С для плавления полиэфирных нитей. Полиэфирные нити расплавляются и равномерно склеивают стеклянные нити между собой и прочно подклеивают изоляцию к проводнику.

Провода марок ПСДК И ПСДКТ могут эксплуатироваться при 400 °С, но их ресурс в этом крайне ограничен, не смотря на то что они

нагревостойкие. Работа круглых проводов марки ПСДКТ при 400 °С ограничена сроком 25 часов, а прямоугольных 500 часов.

Для обозначения провода выполняют его маркировку, которая означает материал жилы и изоляции.

В начале обозначения находится буква «П» для медной проволоки, и означает «провод».

Для отличия алюминиевых и медных проводов в конце маркировки имеется буква «А», например, ПЭВА.

Если жила сделана из сплава, имеющего большое удельное сопротивление, то в обозначении имеются дополнительные буквы, например, НХ – нихром, М – манганин, К – константан.

Для обозначения мягкого проводника ставят символ «М», для твердого – «Т». Например, провод ПЭМТ – медный провод из твердой проволоки, а провод ПЭММ – из мягкой проволоки.

Буквы для обозначения изоляции:

Э – эмалевая

ЭМ – высокопрочная поливиниловая эмаль.

ЭЛ – масляная основа.

ЭВ – высокопрочная поливинилацетатная эмаль.

Л – лавсан.

Ш – шелк натуральный.

Б – пряжа х/б.

О – один слой.

С – стекловолокно.

ШК – капрон.

Д – два слоя.

Если в маркировке стоит 2-я буква «П», это означает, что изоляция в виде пленки. Провод ППФ оснащен изоляцией в виде фторопластовой пленки.

Для маркировки комбинированной изоляции символы стоят в

порядке нахождения слоев, начиная от внутреннего. ПЭЛШО – провод медный, эмаль на масляной основе и однослойной шелковой оплетки.

Требования к обмоточным проводам

Обмоточный провод должен быть покрыт равномерным слоем изоляции. Оплетка обмоточного провода должна быть наложена на провод плотными рядами, без ребристости, просветов и утолщений. В отдельных точках допускаются утолщения оплетки в пределах допусков, установленных для каждой марки размера провода.

Обмоточные провода в зависимости от марки и размеров поставляются в катушках, барабанах и бухтах. Намотка провода в катушках и барабанах должна быть плотной и ровной, без перепутывания витков. Количество отдельных отрезков обмоточного провода в катушке, барабане или бухте строго ограничивается в зависимости от марки и размеров провода.

К каждой катушке, барабану или бухте провода должен быть приложен ярлык с указанием наименования завода-изготовителя, марки, размера и веса обмоточного провода и других характеризующих данных.

Хранение обмоточного провода должно производиться в сухих складских помещениях.

Пропиточные составы

Пропиточный состав (компаунд) – это жидкий диэлектрик состоящий из термореактивной и термопластичной полимерной смолы служащий в качестве электроизоляционной защиты изоляции обмоточных проводов от негативных факторов.

В производстве современных электрических машин и аппаратов основное применение нашли термореактивные пропиточные составы, которые при нагреве твердеют в результате сшивания молекул. После отверждения при высокой температуре (160-200С) они приобретают стабильные электрические и механические свойства, мало изменяющиеся

при нагревании.

Как было выше сказано что, для поклейки и пропитки стекловолокнутой изоляции обмоточных проводов используют лаки на глифталевой, полиэтиленгерафталагной, эпоксиальной, и кремнийорганической основе.

Кремнийорганические компаунды обладают рядом преимуществ: высокая нагревостойкость, высокие электроизоляционные свойства, сохраняющиеся до (250-260) °С, низкая влагопоглощаемость, технологичность, малая токсичность.

В настоящее время, в ряде случаев, решается задача исключения из электроизоляционных материалов и пропиточных составов кремнийорганических соединений. Это связано с тем, что при эксплуатации электрических машин кремнийорганические связующие доотверждаются и при этом выделяют низкомолекулярные продукты.

Для пропитки низковольтных электрических машин, например, тяговых двигателей, электродвигателей общепромышленного назначения, тропикостойких и взрывозащищенных электродвигателей, трансформаторов, дросселей и других намоточных изделий широко используют полиэфиримидные компаунды ЭЛПЛАСТ 155 ИД, ЭЛПЛАСТ 180 ИД. Основа компаундов представляет собой ненасыщенный олигоэфир, который в зависимости от типа компаунда модифицируют различными соединениями. Компаунды ЭЛПЛАСТ 155 ИД, ЭЛПЛАСТ 180 ИД в зависимости от типа применяемого отвердителя изготавливается двух типов - А тип и Б тип. Компаунд типа А используется для пропитки методом погружения или вакуумнагнетательным методом. Компаунд типа Б используется для пропитки капельным (струйным) методом. Компаунды ЭЛПЛАСТ - 155 ИД хорошо совместимы со слюдяной изоляцией и могут применяться в сочетании с непропитанными лентами (ПСДК, ПСДКТ).

Компаунд стоек к токовым и термическим перегрузкам, кратковременно выдерживает перегревы до 220-240 °С. Компаунд

ЭЛПЛАСТ 180 ИД предназначен для пропитки методом вакуум-нагнетания или погружения обмоток электрических машин класса нагревостойкости Н любых габаритов и любых общепромышленных, климатических и специальных исполнений. Диапазон нагревостойкости компаунда, определенный по ГОСТ 27710-88, при коэффициенте вариации не менее 1,1 % составляет 195/216/214 °С.

ЭЛПЛАСТ 180 ИД изготавливают с использованием винилтолуола или стирола в качестве активных разбавителей. Свойства этих компаундов сопоставимы с известными зарубежными аналогами. Главными достоинствами компаундов серии ЭЛПЛАСТ являются высокая механическая прочность обмоток и низкое значение $\text{tg}\delta$ при повышенных температурах. Это обусловлено низким содержанием функциональных групп после отверждения. Компаунды ЭЛПЛАСТ обладают высокими электрическими свойствами и вязкостью, близкой к вязкости пропиточных лаков. Компаунды имеют меньшую цементирующую способность в сравнении с эпоксидными компаундами, что позволяет производить ремонт узлов тягового электродвигателя без больших энергетических затрат. Одно из основных достоинств компаундов на основе олигоэфиримидов – это короткое время желатинизации, что уменьшает вытекание компаунда из пропитываемых узлов во время их термообработки по сравнению с вытеканием при пропитке эпоксидными компаундами и пропиточными лаками. Максимальная эффективность компаундов серии ЭЛПЛАСТ достигается при вакуумнагнетательном способе пропитки катушек и моноблоков электрических машин. Для пропитки высоковольтных систем изоляции (свыше 6,3кВ) используют эпоксидный компаунд ПК-11. Ввиду ограниченного срока хранения компаунд, как правило, готовят непосредственно перед употреблением.

Время хранения компаунда несколько возрастает при его обновлении свежеприготовленным составом, а также путем охлаждения его в процессе хранения.

1.2 Причины появления перенапряжений в низковольтных обмотках асинхронных двигателей частотно регулируемого электропривода

Быстро протекающие переходные процессы в силовых цепях частотно-регулируемого электропривода сопровождаются перенапряжениями минимальной продолжительности.

Различают перенапряжения:

Внешние и внутренние.

Внутренние, возникающие при коммутациях в преобразователях при выключении полупроводниковых ключей, связанные с неравномерным распределением напряжения на последовательно соединенных приборах и обусловленные эффектом накопления зарядов в полупроводниковой структуре, а также появляющееся в результате срабатывания предохранителя, предназначенных для защиты от внутренних повреждений.

В преобразователе частоты с широтно-импульсной модуляцией (ШИМ) выходное напряжение (или ток) представляет собой ряд импульсов, а кабель между преобразователем частоты и двигателем может иметь протяженность 100 м и более. Если волновое сопротивление кабеля и обмотки двигателя не согласованы, происходит отражение волны напряжения в оба конца кабеля. Это отражение увеличивает пики напряжения на клеммах двигателя, а также в обмотке статора. Коронные разряды возникают в процессе регулирования изменения частоты электрического привода. Всё это приводит к быстрому старению изоляцию, что влияет на снижение надежности и срок службы электрической машины. Особенно опасны подобные перенапряжения для *межвитковой изоляции* обмоток, так как существующие системы изоляция обмоток двигателя не рассчитаны на подобные перенапряжения, что обуславливает электрический износ изоляции с последующим пробоем[9]. Прежде всего надёжность *межвитковой изоляции* во многом

зависит от способности изоляции обмоточных проводов выдерживать воздействующие нагрузки. Для решения проблемы, связанной с повышением надёжности изоляционной системы двигателя можно выделить два основных способа [20;21]:

1) Минимализация перенапряжений с преобразователя частоты за счет использования фильтров и применение многоступенчатых преобразователей.

2) Применение коронстойких обмоточных проводов и электроизоляционных материалов, а также использование дополнительных мер, обеспечивающих надежность изоляции. К таким мерам можно отнести в частности пропитку обмотки статора в вакууме и под давлением, применение лаков, и пропиточных составов.

Для защиты от перенапряжения (негативного явления) необходимо соблюдать следующие рекомендации [4]:

- если номинальное напряжение питания сети 380 В (220 В) и меньше, усиление изоляции асинхронного двигателя не требуется;

- если напряжение питания сети выше номинальной в несколько раз, в данном случае требуется усиление изоляции двигателя;

- если номинальное напряжение питания сети в интервале 380-410 В (220-250 В), необходимо дополнительно учитывать длину кабеля между преобразователем частоты и двигателем, а также выходную мощность двигателя.

Существует ряд специальных мер для уменьшения перенапряжения в обмотках двигателя:

- установка фильтров на выходе преобразователя частоты;
- использование специальных «демпфирующих» (увеличивающих затухание отраженной волны напряжения) кабелей;
- применение ограничителей напряжения на клеммах двигателя.

Следует отметить, что на величину перенапряжений также оказывает влияние длина питающего кабеля. Критической считается длина кабеля

$l_{кр} = \lambda/2$, равная половине длине волны λ , при которой к обмоткам двигателя прикладываются импульсы, равные по величине двойному напряжению питания U_n .

Зависимость крутизны фронта от длины питающего кабеля показана на (рисунке 3). Из (рисунка 3) можно заметить, что с увеличением длины кабеля крутизна фронта возрастает.

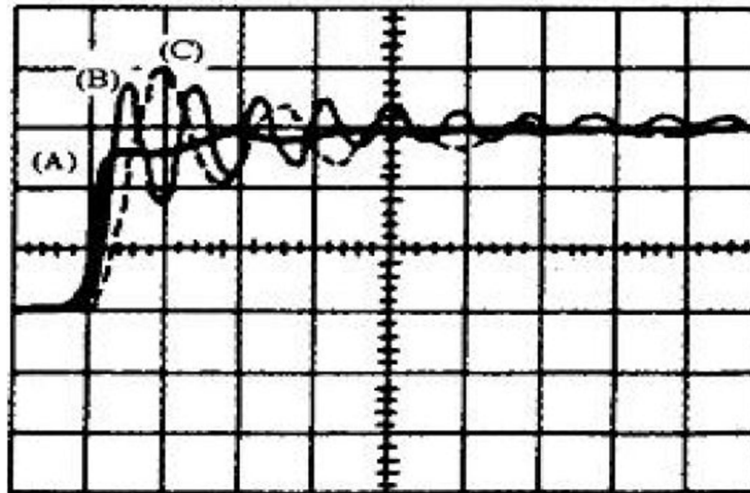


Рисунок 3 - Зависимость крутизны фронта от длины питающего кабеля:
А – выход инвертора; В – длина кабеля 5 м; С – длина кабеля 20 м.

Так как в эксплуатационных условиях практически невозможно полностью устранить перенапряжение, то в преобразователях применяют различные устройства, которые снижают при напряжении до приемлемого значения.

1.3 Методы испытаний обмоточных проводов со стекловолокнистой изоляцией

Для проводов со стекловолокнистой изоляцией устанавливают нижеприведенные виды испытаний. В стандарте технических условиях, устанавливающих технические требования на обмоточные провода, должен быть указан вид испытания.

Испытания на электрическую прочность

Проверка на электрическую прочность изоляции проводов данного типа, в соответствии с «ГОСТ 15634.4-70*» [52]:

-Отрезки провода круглого сечения с проволокой диаметром 2,50 мм и более должны быть параллельно расположены и плотно прижаты друг к другу - плашмя (по толщине) и на длине 200 мм скреплены обмоткой из изоляционной ленты другим способом, обеспечивающим плотное прилегание друг к другу испытуемых отрезков провода.

-Концы отрезков должны быть разведены в противоположные стороны и в местах отгиба отделены друг от друга изоляционной прокладкой толщиной не более 0,2 мм (рисунок 4).

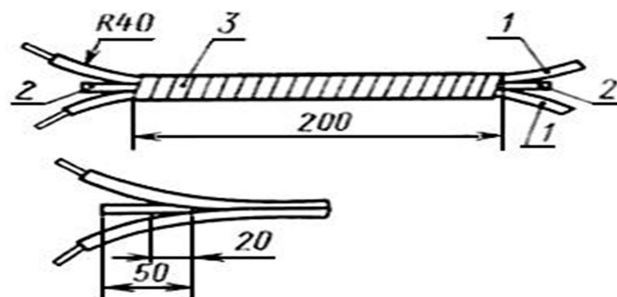


Рисунок 4 - 1) отрезки провода; 2) изоляционная прокладка; 3) обмотка изоляционной ленты

Напряжение должно быть приложено к неизолированным концам отрезков провода, навитых на стержень параллельно уложенных, до пробоя изоляции. Подается постоянное напряжение равной 1200 В, частотой 400 Гц.

Величина напряжения в начале испытания (непосредственно после включения) допускается не более 10% от нормируемой величины пробивного напряжения.

Испытания на механическую прочность

Для испытания на механическую прочность должны быть выполнены следующие пункты [51]:

Для проведения испытания должен применяться скребковый прибор, состоящий из электродвигателя, его привода с редуктором и эксцентриком, скребка со стальной иглой на конце, набора грузов для создания соответствующей нагрузки на иглу, приспособлений для закрепления и поворота испытуемого образца в соответствующее положение, реле автоматического отключения двигателя при возникновении контакта между иглой и проволокой и счетчика числа двойных (возвратно-поступательных) ходов иглы.

Прибор должен соответствовать технической документации, утвержденной в установленном порядке. Схема рабочей части скребкового прибора указана на (рис. 5)

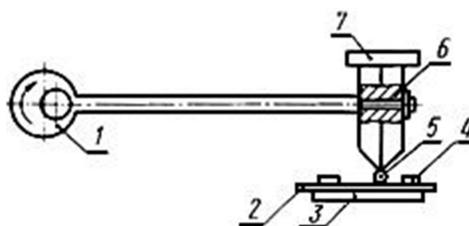


Рисунок 5 - Схема рабочей части скребкового прибора

1 - эксцентрик; 2 - образец провода; 3 - пластина для крепления образца;
4 - зажим; 5 - игла; 6 - головка скребка; 7 - груз

-Испытание должно быть проведено при температуре окружающего воздуха (25 ± 10) °С и относительной влажности не более 75%, если в стандарте или технических условиях на обмоточные провода не предусмотрены другие температура или влажность.

-Допускается испытание образцов при температуре, отличающейся от (25 ± 10) °С, и относительной влажности окружающего воздуха более 75%, если результаты испытаний удовлетворяют требованиям стандарта или техническим условиям на обмоточные провода. При получении в этом случае неудовлетворительных результатов новые образцы,

отобранные от тех же катушек или барабанов с проводом, должны быть выдержаны не менее 6 ч до начала испытания при температуре (25 ± 10) °С, относительной влажности окружающего воздуха не более 75% и испытаны в этих условиях.

-Игла должна меняться на новую через каждые 4 ч работы прибора.

Новая игла должна быть осмотрена через лупу десятикратного увеличения. Поверхность иглы должна быть гладкой, без зазубрин, заусенцев и следов коррозии.

-Образец провода должен быть закреплен в зажимах прибора. Конец провода, на котором удалена изоляция, должен быть присоединен к одному из полюсов источника постоянного тока, игла - к другому.

-Величина нагрузки на иглу складывается из силы тяжести головки скребка и груза.

1.4 Выводы по литературному обзору, постановка задач на исследование

Проведя анализ научно-технической литературы по теме влияния частичных разрядов (ЧР) на межвитковую изоляции (МВИ) можно отметить:

1. Использование новых систем частотного управления электроприводами привело к изменению уровня электрических эксплуатационных нагрузок. В свою очередь это является причиной ускоренного электрического износа изоляции с последующим пробоем;
2. Появление коронных разрядов приводит к явному уменьшению срока службы электрического привода, прежде всего к выходу из строя низковольтных (НВ) обмоток привода;
3. В настоящее время создан ряд новых пропиточных составов, для которых не проводилась оценка короностойкости;
4. Исследование систем «пропиточный состав + обмоточный провод со стекловолокнуистой изоляцией», позволит разработать рекомендации для применения данных систем в обмотках электрических машин.

В связи с этим в работе ставится цель:

Оценить устойчивость систем «пропиточный состав – «обмоточный провод со стекловолокнуистой изоляцией» к действию электротепловых нагрузок характерных для работы блока ШИМ.

Для достижения поставленной цели в работе сформулированы задачи:

1. Отработать методику оценки короностойкости систем межвитковой изоляции;
2. подготовить макетные образцы межвитковой изоляции;
3. оценить среднее время до пробоя систем МВИ при действии электротепловых нагрузок характерных для работы блока широтно-импульсной модуляции.

4. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Целью данного раздела является обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассматриваются планово-временные и материальные показатели процесса проектирования. [28]

Достижение цели обеспечивается решением следующих задач:

- Составление SWOT-анализа работы и эксплуатации ремонтно-механического цеха ферросплавного завода
- Планирование технико-конструкторских работ
- Определение ресурсоэффективности проекта.

4.1. Обоснование и SWOT-анализа модулированного напряжения на обмоточные провода со стекловолоконистой изоляцией

SWOT- анализ проекта, представляющий собой метод анализа планирования производственной или научной деятельности, разделяющий факторы или явления на следующие категории: strengths (сильные стороны), weaknesses (слабые стороны), opportunities (возможности) и threats (угрозы), и состоящий из нескольких этапов [28].

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 4.

Таблица 4. Матрица SWOT

	Сильные стороны: С1. Собственная научная и производственная база для разработки новой конструкции изоляции. С2. Соответствие новых материалов необходимым электрическим характеристикам. С3. Доработка недостающей информации о свойствах исследуемого материала. С4. Не требует сложного уникального оборудования при производстве нового кабеля с их изоляцией. С5. Наличие опытного научного руководителя. С6. Актуальность проблемы.	Слабые стороны: Сл1. Затраты времени на анализ теоретической части; Сл2. Высокие требования к характеристикам исследуемого материала; Сл3. Расчет новой конструкции в соответствии с ГОСТ-ом; Сл4. Необходимость сравнительного анализа характеристик, полученных в результате расчета.
Возможности: В1. Увеличение номинальных характеристик исследуемого объекта. В2. Использование объекта испытаний в новых двигателях. В3. Разработка рекомендаций по изготовлению новой конструкции изоляции. В4. Рост потребности в обеспечении уменьшения тепловых и химических старений, и долголетие изоляции кабеля. В5. Возможность создания партнерских отношений с рядом исследовательских институтов.	В1С2С3 В2С1С2 В3С1С2С3С5С6 В4С2С3С6 В5С1С2С4С5С6	В1Сл2 В2Сл2Сл4 В3Сл1Сл3Сл4 В4Сл1Сл3 В5Сл3
Угрозы: У1. Отсутствие спроса на разработанные рекомендации У2. Введение дополнительных требований к материалам изоляции У3. Выход из строя оборудования в ходе использования разработанных рекомендаций	У1С2С3 У2С2С3 У3С2С3	У1Сл2Сл3 У2Сл1Сл2Сл3 У3Сл2Сл3

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

При построении интерактивных матриц используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+, -) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие).

Таблица 5. Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
B1	-	+	+	-	-	-
B2	+	+	-	0	0	-
B3	+	+	+	-	+	+
B4	0	+	+	-	-	+
B5	+	+	0	+	+	+
Возможности	Слабые стороны проекта					
	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4		
B1	-	+	-	-		
B2	-	+	-	+		
B3	+	-	+	+		
B4	+	-	+	-		
B5	-	-	+	-		

Таблица 6. Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта					
	C1	C2	C3	C4	C5	C6
У1	-	+	+	-	0	-
У2	+	+	+	-	0	0
У3	-	+	+	-	0	0
Угрозы	Слабые стороны проекта					
	Сл1	Сл2	Сл3	Сл4		
У1	-	+	+	-		
У2	+	+	+	-		
У3	-	+	+	-		

Решением проблем со слабыми сторонами будут повышение квалификации персонала в области изучения свойств изоляции и оболочки кабельных изделий, сбор данных по оборудованию и схемам исследуемых объектов.

Также основной слабой стороной является привлечение финансового капитала и усовершенствование предлагаемого продукта с учетом особенностей технологического участка, в том числе сбор данных по

оборудованию и схемам исследуемых объектов, разработка новых методов изготовления новейших кабельных изделий и оболочек.

4.2. Планирование технического проекта

Планирование комплекса работ по техническому проекту состоит из нескольких этапов:

- определение структуры работ в рамках технического проекта;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения технического проекта.

4.2.1. Структура работ в рамках технического проекта

Для выполнения выпускной квалификационной работы требуются исполнители в лице научного руководителя (НР) и студента-дипломника (СД). Также определяется перечень этапов в рамках исследования. Соотношение этапов и исполнителей приведены в таблице 7.

Таблица 7. Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Перечень выполняемых работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Студент
	3	Выбор направления исследований	Руководитель проекта
Проведение инженерных расчетов	4	Разработка плана испытаний	Студент
			Руководитель проекта
	5	Подготовка макетных образцов	Студент
	6	Пропитка макетных образцов	Студент
			Руководитель проекта
	7	Сушка образцов в термошкафу	Студент
			Руководитель проекта

4.2.2. Определение трудоемкости выполнения технического проекта

Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается в человеко-днях на основе ряда вероятностных оценок, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов, и рассчитывается следующим образом [28]:

$$t_{ожи} = \frac{3 \cdot t_{mini} + 2 \cdot t_{maxi}}{5}, \quad (19)$$

где $t_{ожи}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы, чел.-дн.;

t_{mini} - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{maxi} - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитанные значения трудоемкости и продолжительности работы для выбранных исполнителей приведены в таблице 8.

Таблица 8. Продолжительность работы, раб. дн.

№	Название работы	Трудоёмкость работ					
		Минимально возможная,		Максимально возможная,		Ожидаемая,	
		Руководитель	Студент	Руководитель	Руководитель	Студент	Руководитель
1	Составление и утверждение технического задания	1	—	1	—	1	—
2	Подбор и изучение материалов по теме	—	8	—	12	—	10
3	Выбор направления исследований	1	—	1	—	1	—
4	Разработка плана испытаний	1	14	1	20	1	18
5	Подготовка макетных образцов	—	16	—	20	—	18

Продолжение таблицы 8

6	Пропитка макетных образцов	1	16	1	20	1	18
7	Сушка образцов в термошкафу	1	2	1	4	1	3
8	Проведение испытаний	1	1	1	3	1	2
9	Сравнение полученных данных в ходе испытаний	1	2	1	4	1	3
10	Оценка эффективности полученных результатов	–	7	–	10	–	8
11	Составление пояснительной записки	1	15	1	20	1	1
12	Подготовка к защите ВКР	1	7	1	10	1	8

Примечание: минимальное t_{min} и максимальное время t_{max} получены на основе экспертных оценок.

2.3. Разработка графика проведения технического проекта

Наиболее удобным и наглядным в данном случае является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ технического проекта, по исполнителям.

График строится для ожидаемого по длительности исполнения работ в рамках технического проекта, с разбивкой по десять дней за период времени подготовки ВКР. На основе таблицы 8 составим план-график проведения работ (таблица 9).

Таблица 9 Продолжительность выполнения работ

№	Вид работ	Исполнители	$t_{\text{ож,}}^{\text{раб.}}$ дн.	Продолжительность выполнения работ													
				Февраль			Март			Апрель			Май			Июнь	
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель проекта	1	■													
2	Подбор и изучение материалов	Инженер	10	■	■												
3	Выбор направления исследований	Руководитель проекта	1		■												
4	Разработка плана испытаний	Руководитель проекта	1		■												
		Инженер	18		■	■	■	■	■								
5	Подготовка макетных образцов	Инженер	18				■	■	■	■	■	■					
6	Пропитка макетных образцов	Руководитель проекта	1						■								
		Инженер	18						■	■	■	■					
7	Сушка образцов в термощкафу	Руководитель проекта	1								■						
		Инженер	3								■	■					
8	Проведение испытаний	Руководитель проекта	1									■					
		Инженер	2									■	■				
9	Сравнение полученных данных в ходе испытаний	Руководитель проекта	1										■				
		Инженер	3										■	■			
10	Оценка эффективности полученных результатов	Инженер	8										■	■	■		
11	Составление пояснительной записки	Руководитель проекта	1												■		
		Инженер	17												■	■	■
12	Подготовка к защите ВКР	Руководитель проекта	1														■
		Инженер	8														■

Исходя из составленной диаграммы, можно сделать вывод, что продолжительность работ занимает 14 декад, начиная со первой декады февраля, заканчивая первой декадой июня. Продолжительность выполнения технического проекта составит 114 дней. Из них:

112 дня – продолжительность выполнения работ инженера;

9 дней – продолжительность выполнения работ руководителя;

4.3. Составление сметы затрат на разработку технического проекта

Смета затрат включает в себя следующие статьи:

- материальные затраты;
- полная заработная плата исполнителей технического проекта;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.3.1. Расчет материальных затрат

К материальным расходам относятся расходы на сырье и материалы для производства товаров, инструменты, приспособления, инвентарь, приборы, лабораторное оборудование и другие.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_m = 1 + k_m \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх.}i}, \quad (20)$$

где m - количество видов материальных ресурсов;

$N_{\text{расх}i}$ - количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию, ед.;

C_i - цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов, руб./ед.;

k_T - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

$k_T=1,05$

Материальные затраты, необходимые для данной разработки, представлены в таблице 10.

Таблица 10. Материальные затраты

Наименование	Кол-во	Цена за кг., руб.	Стоимость тыс.руб.
Стеклоткань для изоляции	10	335	3,35
Медь для провода	10	350	3,5
Перчатки	1	50	0,50
Маркер	1	20	0,20
<i>Итого</i>			7,9

$$З_{\text{м}} = 1 + k_m \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх.}i} = 1,05 \cdot 7,55 = 7,9 \text{ тыс.руб}$$

4.3.2. Расчет полной заработной платы исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как:

$$З_{\text{полн}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{доп}}, \quad (21)$$

где $З_{\text{осн}}$ - основная заработная плата;

$З_{\text{доп}}$ - дополнительная заработная плата.

Основная заработная плата исполнителя рассчитывается, исходя из трудоемкости работ и квалифицированных исполнителей по следующей формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (22)$$

где $З_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата работника, руб.;

T_p - продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.;

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{тс}} + З_{\text{доп}} + З_{\text{р.к.}}}{F_d}, \quad (23)$$

где $З_{\text{тс}}$ - заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$З_{\text{доп}}$ - доплаты и надбавки, руб.;

$З_{\text{р.к.}}$ - районная доплата, руб.; $З_{\text{р.к.}} = 30\%$;

F_d - количество рабочих дней в месяце (26 при 6-дневной рабочей неделе)

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 11.

Таблица 11. Расчёт основной заработной платы

Исполнители	Оклад, руб.	Районная доплата, руб.	Месячная зарплата, руб.	Среднедневная заработная плата, руб.	Кол-во, раб. дн.	Основная заработная плата руб.
Руководитель	21760	6528	28290	1088	9	9800
Дипломник	12300	3690	15990	615	112	68900
Итого						78700

Расчёт дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$З_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot З_{\text{осн}}, \quad (24)$$

где $k_{\text{доп}}$ - коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчёт полной заработной платы приведён в таблице 12.

Таблица 12. Расчет полной заработной платы

Исполнители	Кэф. доплаты	Основная заработная плата руб	Дополнительная заработная плата руб	Полная заработная плата, руб.
Руководитель	0,15	9800	1500	11300
Дипломник	0,12	68900	8300	77200
Итого:				88500

4.3.3. Отчисления во внебюджетные фонды

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$З_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot З_{\text{полн}}, \quad (25)$$

где $k_{\text{внеб}}$ - коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На 2019 г. в соответствии с Федеральным закона от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$З_{\text{внеб}} = 0,302 \cdot 88500 = 26727 \text{ руб.}$$

4.3.4. Накладные расходы

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16% от суммы затрат на проект.

4.3.5. Формирование сметы затрат технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при заключении договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку технической продукции.

Определение бюджета затрат на технический проект приведен в таблице 13.

Таблица 13 - Смета затрат технического проекта

Затраты	Сумма, тыс. руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты ТП	7,9	5,4
Затраты на оплату труда	88,5	60,4
Отчисления во внебюджетные фонды	26,7	18,2
Накладные расходы	23,4	16,0
<i>Итого</i>	146,5	100,0

Исходя из сметы затрат, на технический проект требуется 146.5 тыс.рублей. Согласно диаграмме Ганта продолжительность всей работы составила 14 декад.

4.4. Определение ресурсоэффективности исследования

Определение ресурсоэффективности проекта можно оценить с помощью интегрального критерия ресурсоэффективности по формуле[28]:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (27)$$

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности;

a_i - весовой коэффициент разработки;

b_i - балльная оценка разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Оценку характеристик проекта проводится на основе критериев, соответствующих требованиями к исследуемому материалу изоляции и готовому кабельному изделию:

1. Термическая стойкость - одно из свойств изоляции, характеризующее длительное протекание тока при КЗ.
2. Безотказность - это свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или наработки.
3. Негорючесть - это комплексная характеристика материала или конструкции кабельного изделия противостоять возгоранию и распространению процесса горения.
4. Эластичность - это свойство материала изоляции восстанавливать свою форму и размеры после прекращения действия внешних сил.
5. Дешевые материалы - низкий уровень цен на используемые в конструкции материалы.
6. Экологичность - это свойство, характеризующее безопасное влияние на окружающую среду при обработке или переработке материала.

Критерии ресурсоэффективности и их количественные характеристики приведены в таблице 14.

Таблица 14 - Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Балльная оценка
1. Стойкость	0,20	5
2. Безотказность	0,22	5
3. Негорючесть	0,15	4
4. Эластичность	0,18	4
5. Дешевые материалы	0,10	4
6. Экологичность	0,15	5
<i>Итого</i>	<i>1,00</i>	

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности технического проекта составит:

$$I_p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,22 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,18 + 4 \cdot 0,10 + 5 \cdot 0,15 = 4,57 \quad (28)$$

Показатель ресурсоэффективности проекта имеет достаточно высокое значение (по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности использования технического проекта. Высокие баллы стойкости и безотказности позволяют судить о надежности используемого материала.

В результате выполнения поставленных задач по данному разделу, можно сделать следующие выводы:

- в результате проведения SWOT-анализа были выявлены сильные и слабые стороны выбора технического проекта. Установлено, что технический проект будет эффективным, так как влияние возможностей на сильные стороны технического проекта имеют преимущество над слабыми сторонами и угрозы;
- при планировании технических работ был разработан график занятости для двух исполнителей, составлена ленточная диаграмма Ганта, позволяющая оптимально скоординировать работу исполнителей;
- составление сметы технического проекта позволило оценить первоначальную сумму затрат на реализацию технического проекта в размере 146,5 тыс.рублей;
- оценка ресурсоэффективности исследования, проведенная по интегральному показателю, дала высокий результат (4,57 по 5-балльной шкале), что говорит об эффективности реализации технического проекта.

5. Социальная ответственность

Введение

Объект исследования – оценка влияния агрессивных средств на физико-механические свойства изоляции кабельных изделий.

Согласно техническому заданию (ТЗ) планируется выявить на основе экспериментальных данных пригодность кабельных изделий для работы при наличии агрессивной среды. Под агрессивной средой понимается среда эксплуатации объекта, вызывающая уменьшение сечений и деградацию свойств материалов во времени. Для выполнения требований ТЗ необходимо подготовить образцы кабельных изделий и поместить их в агрессивную среду, после чего через определенные промежутки времени доставать образцы и выявлять изменения физико-механических свойств оболочки кабельных изделий.

В разделе будут рассмотрены опасные и вредные факторы, оказывающие влияние на производственную деятельность технологического персонала, работающего с оборудованием, позволяющим проводить испытания, правовые и организационные вопросы, а также мероприятия в чрезвычайных ситуациях.

5.1. Производственная безопасность

Существует ряд факторов, которые могут привести к опасности для здоровья во время проведения работ в исследовательских лабораториях. Данные факторы могут привести к возникновению несчастных случаев, профессиональных заболеваний, а также пожаров и взрывов. Поэтому для правильной организации работ по борьбе с травматизмом, профессиональными и общими заболеваниями рассмотрим вопросы охраны труда на рабочем месте.

Основные вредные факторы:

- испарение летучих продуктов;
- отклонение параметров микроклимата;

- повышенный уровень шума;
- недостаточная освещенность.

Влияние указанных неблагоприятных факторов приводит к снижению трудоспособности, вызванные переутомлением, что приводит к развитию профессиональных заболеваний.

Таблица 15. Опасные и вредные производственные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1) ГОСТ Р ИСО 26000-2012. Руководство по социальной ответственности: 2) N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» 3) N 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда» 4) ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»
2. Превышение уровня шума		+	+	
3.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	
4.Поражение электрическим током		+	+	
5.Вибрация		+	+	
6.Возникновение пожара			+	

Рассмотрим нормы, предъявляемые к выявленным факторам, и их способы реализации.

Вредные вещества

В процессе проведения исследований одним из основных вредных факторов является испарение летучих продуктов из агрессивной среды.

Испаренные летучие продукты могут нанести вред здоровью человека. Согласно [31] по степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на четыре класса опасности:

- 1-й - вещества чрезвычайно опасные;
- 2-й - вещества высокоопасные;

3-й - вещества умеренно опасные;

4-й - вещества малоопасные.

Дизельное топливо и трансформаторное масло относятся к малотоксичным веществам 4-го класса опасности [29;34]. Предельно допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны для вредных веществ 4-го класса – более 10 мг/м³.

Для устранения или уменьшения воздействия данного вредного фактора в лаборатории производится вентиляция помещения. Так как в здании изначально не было отведено места для установки искусственной вентиляции (воздуховодов), то помещение проветривается естественным способом, т.е. открывается окно на некоторое время в отсутствие рабочего персонала. Для увеличения эффекта вентиляции необходимо установить вытяжку с вентилятором (принудительная вентиляция).

5.2 Анализ опасных и вредных факторов

Рабочим местом является зона приложения труда определенного работника или группы работников. При организации рабочего места необходимо учитывать требования общей безопасности, промышленной санитарии, эргономики, технической эстетики. Невыполнение этих требований может привести к получению работником производственной травмы. При планировании промышленных помещений необходимо соблюдать нормы полезной площади для работающих, а также объем промышленного помещения. Воздух рабочей зоны (микроклимат) производственных помещений определяют следующие параметры: температура воздуха в помещении, относительная влажность воздуха, скорость движения воздуха. Эти параметры в комплексе и по отдельности влияют на организм человека. В цехе во все периоды года поддерживается одна температура и относительная влажность.

Параметры микроклимата – оптимальная и допустимая температура, относительная влажность и скорость движения воздуха – устанавливаются

для рабочей зоны производственных помещений в соответствии с требованиями, исходя из категорий тяжести выполняемой работы, величины избытков явного тепла и периода года .

По степени физической тяжести работа персонала относится к категории тяжелых работ. Основные нагрузки на организм – физические, нервно-психологические, а также зрительные.

Содержание пыли в воздухе рабочего помещения установленной нормы по которой предельно-допустимая концентрация составляет более 10мг/м.

Одновременно в рабочем помещении находится в среднем 3 человека, вентиляция в помещении искусственная, приточно-вытяжная.

Для поддержания в рабочем помещении в холодное время года температура воздуха 19-21°С используют систему отопления на трубчатых, самоварных регистрах.

Недостаточное освещение рабочего места и помещения является вредным фактором для здоровья человека, вызывающим ухудшение зрения. Неудовлетворительное освещение может являться причиной травматизма. Неправильная эксплуатация так же как и ошибки, допущенные при проектировании и устройстве установок могут привести к пожару, несчастным случаям.

Основные требования, которые предъявляются к освещению, заключаются в том, чтобы с его помощью создать наиболее благоприятные условия для работы зрительного аппарата человека.

Согласно санитарно-гигиеническим требованиям рабочее место должно освещаться естественным и искусственным освещением. Персонал цеха следит за параметрами с местного пульта управления. По нормам освещения и отраслевым нормам освещения рекомендуется 300-500лк при общем освещении.

Шум – один из наиболее распространенных вредных факторов производственной среды. Основные производственные процессы,

сопровождающиеся шумом – это работа насосов, вентиляторов и др. Под действием шума на организм, следует иметь в виду, что он оказывает как местное, так и общее воздействие. При этом учащается пульс, дыхание, повышается артериальное давление, нарушаются координационно-двигательная функция организма, секреторная функции желудка и других органов. Также неблагоприятно отражается шум на нервной системе, вызывая головные боли, бессонницу, ослабление внимания, замедление психических реакций, что вкуче приводит к понижению общей работоспособности работника [35;41].

Одним из наиболее опасных для человеческого организма производственных факторов является вибрация. Под вибрацией понимается колебание твёрдых тел.

Большое негативное воздействие этот фактор оказывает на отделы ЦНС, ЖКТ и вестибулярного аппарата человека. Длительное воздействие вибрации на организм приводит к развитию профессиональных заболеваний, основным из которых является – виброболезнь, сопровождающаяся головокружением, онемением нижних конечностей и потерей ориентации в пространстве.

Большую опасность для организма представляют вибрации частотой 6-9 Гц, так как эти частоты наиболее близки к собственным частотам внутренних органов человека. Совпадение частоты вибрации и внутреннего органа приведёт к резонансному явлению, которое вызывает процесс разрушения внутреннего органа.

Современная система электробезопасности обеспечивает защиту от электропоражения в двух наиболее вероятных и опасных случаях:

- при прямом прикосновении к токоведущим частям электрооборудования;
- при косвенном прикосновении.

Под косвенным прикосновением понимается прикосновение человека к открытым проводящим частям оборудования, на которых в нормальном режиме (исправном состоянии) электроустановки отсутствует электрический потенциал, но при каких-либо неисправностях, вызвавших нарушение изоляции или ее пробой на корпус, на этих частях возможно появление опасного для жизни человека потенциала.

5.3 Мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов

Неблагоприятные условия окружающей среды вредно воздействуют на организм работающего, снижают реакцию, повышают утомляемость. К производственным вредностям относятся неблагоприятный микроклимат, производственная пыль, вредные газы и пары недостаточная освещенность.

Работа выполняется в спецодежде. Вспомогательные помещения имеют гардеробное оборудование и душевые комнаты. Производство относится к третьей категории вибрации, производственные шумы не значительны

Безопасность на производстве в значительной мере зависит от освещения. Основная задача освещения на производстве - создание наилучших условий для зрения трудящихся. Эту задачу можно решить только осветительной системой. Освещённость на рабочем месте должна соответствовать характеру зрительной работы. В данном случае работа на вертикально-фрезерном станке относится к зрительной работы IV Г (СНиП23-05-95). Требуемая норма освещения $E_{\text{нор}}=200$ ЛК. Для создания применяется совмещенное освещение: естественное и общее люминесцентное освещение.

На производстве для защиты органов зрения от ультрафиолетового и инфракрасного излучения и слепящей яркости видимого света применяет защитные очки.

Для защиты от шума по СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 и вибрации по СанПиН 2.2.4/2.1.8.566- 96 предусматриваются:

- обеспечение персонала индивидуальными средствами защиты;
- установка звукоизолирующих кабин;
- звукоизолирующие кожухи и экраны;
- виброизолирующие материалы под оборудование (пружины, резины и другие прокладочные материалы).

Для защиты органов слуха применяют: наушники, антифоны, беруши. На предприятиях необходимо регулярно проводить организационные мероприятия по обеспечению безопасности труда.

Для защиты от электропоражения прямым прикосновением к токоведущим частям служат изоляция токоведущих частей, применение ограждений и оболочек, установка барьеров, размещение вне зоны досягаемости, устройства защитного отключения (УЗО) [32:38].

Для защиты от косвенного прикосновения применяются: защитное заземление и защитное зануление [20].

Даже если при электропоражении работающий сохранил внешний вид нормального самочувствия, он должен быть осмотрен врачом с заключением о состоянии здоровья. Предварительно пострадавший должен быть освобожден от действия электрического тока. Если при этом отключить напряжение быстро невозможно, освобождение от электричества пострадавшего необходимо производить, изолировав себя диэлектрическими перчатками или галошами. При необходимости перерезать провода (каждый в отдельности) инструментом с изолированными ручками. Если есть необходимость (при потере сознания, остановке сердца и т.п.) оказания первой помощи, то до прибытия медработника необходимо начать делать: наружный массаж сердца, искусственное дыхание.

Для предотвращения от поражения электрическим током при прикосновении к корпусам электроустановок, находящихся под напряжением при пробое изоляции или в других случаях, необходимо рассчитать и установить защитное заземление.

5.4 Анализ опасных факторов

Электробезопасность

Опасное и вредное воздействие на людей электрическим током, электрической дугой и электромагнитным полем проявляется в виде электротравм и профессиональных заболеваний. Степень вредного и опасного воздействия на человека электрического тока и электрической дуги зависит от:

- величины и рода тока и напряжения;
- частоты электрического тока;
- пути тока через тело человека;
- продолжительности воздействия на организм человека.

Производственные помещения по степени опасности поражения людей электрическим током в соответствии с [32;38] подразделяется на три категории. Лаборатория НИНИЦ ООО «Томсккабель» относится к третьей категории, т.е. к помещениям без повышенной опасности, в которых отсутствуют условия, создающие «повышенную опасность» и «особую опасность».

Мерами, обеспечивающими безопасность при нормальном состоянии электрооборудования, является недоступность и рабочая изоляция токоведущих частей, защитное разделение сетей и малые напряжения.

К дополнительным мерам, устраняющим опасность при появлении напряжения на токоведущих частях, относится защитное заземление, защитное отключение, выравнивание потенциалов и двойная изоляция.

Выбор комплекса мер защиты, электрозащитных средств и защитных мероприятий определяется видом электроустановки, величиной

применяемого напряжения, условиями помещения, в котором расположена электроустановка и т.п.

Требования к работникам, допускаемым к выполнению работ в электроустановках в соответствии с:

2.1. Работники обязаны проходить обучение безопасным методам и приемам выполнения работ в электроустановках.

2.2. Работники должны проходить обучение по оказанию первой помощи пострадавшему на производстве до допуска к самостоятельной работе.

Электротехнический персонал, кроме обучения оказанию первой помощи пострадавшему на производстве, должен быть обучен приемам освобождения пострадавшего от действия электрического тока с учетом специфики обслуживаемых (эксплуатируемых) электроустановок.

2.3 Работники, относящиеся к электротехническому и электротехнологическому персоналу, а также государственные инспекторы, осуществляющие контроль и надзор за соблюдением требований безопасности при эксплуатации электроустановок, специалисты по охране труда, контролирующие электроустановки, должны пройти проверку знаний требований Правил и других требований безопасности, предъявляемых к организации и выполнению работ в электроустановках в пределах требований, предъявляемых к соответствующей должности или профессии, и иметь соответствующую группу по электробезопасности, требования к которой предусмотрены приложением N 1 к Правилам.

Требования Правил, установленные для работников из числа электротехнического персонала, являются обязательными и для работников из числа электротехнологического персонала.

2.4. Работник обязан соблюдать требования Правил, инструкций по охране труда, указания, полученные при целевом инструктаже.

Работникам, указанным в пункте 2.3 Правил и прошедшим проверку знаний требований Правил и других требований безопасности, предъявляемых к организации и выполнению работ в электроустановках, выдаются удостоверения о проверке знаний правил работы в электроустановках, формы которых предусмотрены приложениями N 2, 3 к Правилам.

Результаты проверки знаний по охране труда в организациях электроэнергетики оформляются протоколом проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 4 к Правилам, и учитываются в журнале учета проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 5 к Правилам.

Результаты проверки знаний по охране труда для организаций, приобретающих электрическую энергию для собственных бытовых и производственных нужд, фиксируются в журнале учета проверки знаний правил работы в электроустановках, форма которого предусмотрена приложением N 6 к Правилам.

2.6. Стажировка, дублирование проводятся под контролем опытного работника, назначенного организационно-распорядительным документом (далее - ОРД).

Допуск к самостоятельной работе должен быть оформлен ОРД организации или обособленного подразделения.

2.7. Работник, в случае, если он не имеет права принять меры по устранению нарушений требований Правил, представляющих опасность для людей, неисправностей электроустановок, машин, механизмов, приспособлений, инструмента, средств защиты, обязан сообщить об этом своему непосредственному руководителю.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям необходимо применять следующие способы и средства: защитные оболочки; защитные ограждения (временные или

стационарные); безопасное расположение токоведущих частей; изоляцию токоведущих частей (рабочую, дополнительную, усиленную, двойную); изоляцию рабочего места; малое напряжение; защитное отключение; предупредительную сигнализацию, блокировку, знаки безопасности.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяют следующие способы: защитное заземление; зануление; выравнивание потенциала; система защитных проводов; защитное отключение; изоляцию нетоковедущих частей; электрическое разделение сети; малое напряжение; контроль изоляции; компенсация токов замыкания на землю; средства индивидуальной защиты.

Технические способы и средства применяют отдельно или в сочетании друг с другом так, чтобы обеспечивалась оптимальная защита.

5.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Чрезвычайная ситуация (ЧС) – состояние, при котором в результате возникновения чрезвычайной ситуации на объекте, определённой территории или акватории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, возникает угроза их жизни и здоровью, наносится ущерб имуществу населения, народному хозяйству и окружающей природной среде.

Чрезвычайные ситуации можно классифицировать по типам: техногенного характера, природного и экологического характера.

Пожар представляет особую опасность и относится к техногенному характеру ЧС, так как он грозит уничтожением аппаратуры, инструментов, документов, которые представляют большую материальную ценность, и возникновением пожара в соседних помещениях. А также может представлять серьёзную угрозу жизни и здоровью персонала.

Пожарная безопасность является одним из важнейших разделов охраны труда на производстве.

Основными причинами пожара могут быть: перегрузка проводов, короткое замыкание, большие переходные сопротивления в электрических цепях, электрическая дуга, искрение и неисправности оборудования.

Пожарная профилактика обеспечивается [16]:

- системой предотвращения пожара;
- системой противопожарной защиты;
- организационно-техническими мероприятиями.

К мерам предотвращения пожара относятся: применение искробезопасного оборудования; применение устройства молниезащиты здания; применение средств защитного отключения возможных источников загорания (защитного зануления); выполнение правил (инструкций) по пожарной безопасности.

К мерам противопожарной защиты относятся: применение пожарных извещателей; средств коллективной и индивидуальной защиты от факторов пожара; системы автоматической пожарной сигнализации; порошковых или углекислотных огнетушителей, два ящика с песком 0,5 м³.

Организационно-технические мероприятия: наглядная агитация и инструктаж работающих по пожарной безопасности; разработка схемы действий администрации и работающих в случае пожара и организация эвакуации людей; организация внештатной пожарной дружины.

При обнаружении загорания рабочий немедленно сообщает по телефону 01 в пожарную охрану, сообщает руководителю, приступают к эвакуации людей и материальных ценностей. Тушение пожара организуется первичными средствами с момента обнаружения пожара. Пострадавшим при пожаре обеспечивается скорая медицинская помощь.

5.6 Заключение по разделу

В данном разделе были рассмотрены вопросы, которые обуславливают социальную ответственность организации и лично перед окружающей средой и природой.

Также были выявлены опасные факторы, влияющие на окружающую среду и человека такие как: вредные вещества, электрический ток, а также акустический шум. Каждый фактор соблюдается требованиями к этим факторам подтверждающиеся ГОСТ и СНИП, где предусматривается все ситуации, в которых могут произойти аварии, вредности и вред человеку.

Рассмотрены чрезвычайные ситуации, которые могут возникать на установках. В результате, были выявлены факторы рабочего места, характеризующие процесс взаимодействия трудящихся с окружающей производственной средой. Описано влияние этих факторов на организм человека. Кроме этого, были рассмотрены средства защиты от вредных и опасных факторов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе были изучены и исследованы две марки проводов ПСДКТ и ПЭТВСД и три марки пропиточных составов (ПС). Кроме того была проведена оценка короностойкости данных пропиточных составов.

В литературном обзоре были рассмотрены классификация, назначение и свойства современных обмоточных проводов.

Отработана методика подготовки и проведения испытаний образцов.

В экспериментальной части приведены результаты определения среднего времени до пробоя макетных образцов низковольтной межвитковой изоляции под действием модулированного напряжения.

Таким образом можно сделать вывод о том, что применение новых пропиточных составов оказывает влияние на стойкость изоляции к электротепловым нагрузкам. По результатам эксперимента можно увидеть, что применение новых пропиточных составов существенно повышает стойкость изоляции провода к электротепловым нагрузкам.

Это открывает возможность для внедрения новых пропиточных составов для пропитки обмоточных проводов межвитковой изоляции, с целью улучшения контроля и качество проводниковой изоляции.

В разделе финансового менеджмента представлено обоснование целесообразного использования технического проекта, выполняемого в рамках выпускной квалификационной работы, при этом детально рассмотрены планово-временные и материальные показатели процесса проектирования.

Так же, были рассмотрены вопросы техники безопасности при выполнении работы связанные с данным проектом.

Список использованной литературы

1. Источник: <https://elquanta.ru/teoriya/chastotno-reguliruemyyj-privod-chrp.html>]
2. Преобразователи частоты для управления асинхронными двигателями. ПЧ с широтно-импульсной модуляцией. <https://mylektsii.ru/187792.html>
3. Википедия на тему частотный преобразователь: <https://ru.wikipedia.org/>
4. Squirrel Cage Motors in Converter Drives. ABB Motors. 1995
5. ВРД 39-1.10-052-2001 Методические указания по выбору и применению асинхронного частотно-регулируемого электропривода мощностью до 500 кВт
6. Применение преобразователей частоты - <http://частотники.рф/prim.html>]
7. Частотный преобразователь - виды, принцип действия, схемы подключения: <http://electricalschool.info/elprivod/1658-chastotnyjj-preobrazovatel-vidy-princip.html>]
8. Лабораторный практикум: Математическое моделирование в электроизоляционной технике под руководством В.И. Меркулов, А.П.Леонов, Д.И. Чарков.
9. Частотно регулируемый электропривод [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://msd.com.ua/teoriya-elektroprivoda/chastotno-reguliruemyyj-elektroprivod/>(дата обращения: 03.03.15).
10. Частотное регулирование приводов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://e-audit.ru/chrp/system.shtml> (дата обращения: 03.03.15).
11. Частотное регулирование электроприводов [Электронный ресурс]. – <http://www.e-audit.ru/chrp/index.shtml>

12. Обмоточные провода. Виды и маркировка. Изоляция и применение. <https://electrosam.ru/glavnaja/slabotochnye-seti/provoda/obmotochnye-provoda/>

13. Википедия на тему Асинхронный Двигатель.

<https://ru.wikipedia.org/>

14. Don-Ha Hwang, Ki-Chang Lee, Yong-Joo Kim, In-Woo Lee, Tae-Hoon Lim, Dong-Hee Kim, «Accessing the insulation characteristics for stator windings of low-voltage induction motors for adjustable-speed drive applications», IEEE IAS Conference Proceedings, Oct. 2003.

15. E. Persson, «Transient Effects in Application of PWM Inverters to Induction Motors» IEEE IAS Transactions, vol.28. No. 5, Sept./Oct. 1992.

16. Transient Effects of PWM Drives on Induction Motors, Christopher J. Melhorn, Le Tang, Electrotek Concepts, Inc., Knoxville, Tennessee 37932.

17. R. Kerkman, D. Leggate, G. Skibinski. “Interaction of Drive Modulation & Cable Parameters on AC Motor Transients,” IEEE IAS Conference Proceedings, 1996.

18. Melfi, M., Sung, A.M.J., Bell, S., Skibinski, G.L. Effect of Surge Voltage Risetime on the Insulation of Low Voltage Machines Fed by PWM Converters // Industry Applications, IEEE Transactions on, Jul/Aug 1998, pages (766 - 775).

19. Stone G.C., Culbert I.M., Lloyd B.A. Stator insulation problems associated with low voltage and medium voltage PWM drives // Cement Industry Technical Conference Record, IEEE, Apr/May 2007, pages (187 – 192).

20. Mathworks. Simulink. [Электронный ресурс]/ – Режим доступа: <http://matlab.ru/products/simulink> (дата обращения: 03.03.15).

21. С.Г. Герман-Галкин. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем. Изд-во Корона Принт Санкт Петербург, 2001. – 250 с.

22. Изоляция обмоток низковольтных асинхронных двигателей в условиях применения системы частотного управления - ПОХОЛКОВ Ю.П., ЛЕОНОВ А.П., КОРОБЦОВ А.А.

23. Stone G.C., Culbert M., Lloyd B.A. Stator insulation problems associated with low voltage and medium voltage PWM drives. — Cement industry technical conf. record, 2009.

24. Леонтьев Г. А., Зенина Е. Г. Исследование асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. — Волгоград.: Волгоградский гос. тех. ун-т., 2000.

25. Вешеневский С. Н. Характеристики двигателей в электроприводе. Издание 6-е, исправленное. Москва, Издательство «Энергия», 1977. Тираж 40 000 экз. УДК 62-83:621,313.2

26. Леонтьев Г. А., Зенина Е. Г. Исследование асинхронных двигателей с короткозамкнутым и фазным ротором. — Волгоград.: Волгоградский гос. тех. ун-т., 2000.

27. Вешеневский С. Н. Характеристики двигателей в электроприводе. Издание 6-е, исправленное. Москва, Издательство «Энергия», 1977. Тираж 40 000 экз. УДК 62-83:621,313.2

28. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: Учебно-методическое пособие / Видяев И. Г., Серикова Г. Н., Гаврикова Н. А. - М.: Издательство ТПУ, 2014. - 36 с.

29. Международный стандарт ICCSR26000:2011 «Социальная ответственность организации».

30. ГОСТ 12.1.004-91. "Пожарная безопасность. Общие требования".

31. ГОСТ 12.1.007–76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.

32. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

- 33.** ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
- 34.** СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 35.** СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
- 36.** СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.
- 37.** СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 38.** ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
- 39.** ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
- 40.** СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
- 41.** СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки.
- 42.** СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий.
- 43.** СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
- 44.** СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение.
- 45.** Приказ 328н. Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок.
- 46.** ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

47. Пешков И.Б. Обмоточные провода: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1995. – 416 с.: ил. ISBN 5-283-00661-1. ББК 31.23, УДК 621.315.3. (075.8)

48. ГОСТ Р МЭК 60851-5 – 2008 – Методы испытания обмоточных проводов

49. Электроизолит - <http://www.electroizolit.ru/>

50. Системы электрической изоляции. Оценка нагревостойкости и классификация - **ГОСТ 8865-93**

51. Провода обмоточные. Метод испытания механической прочности изоляции на истирание - **ГОСТ 15634.2-70**

52. Провода обмоточные. Метод испытания изоляции напряжением - **ГОСТ 15634.4-70***